

запалювального дротика та за рахунок утворення азотної кислоти. В нашому прикладі це  $14,409 \text{ кал} + 15,169 \text{ кал} = 29,578 \text{ кал}$ , їх потрібно відняти від загальної калорійності  $8379 \text{ кал} - 29,578 \text{ кал} = 8349,422 \text{ кал} \approx 8,35 \text{ ккал}$ .

Далі розраховуємо калорійність 1 г ячмінного борошна. Наш зразок важить 1,931 г, він має 8,35 ккал, тому в 1 г борошна буде 4,324 ккал.

#### **Література**

1. Костенко В.М., Панько В.В., Сироватко К.М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Частина I “Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів”. –Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008.-141 с.

**УДК 536.24**

### **РОЗРОБКА ТА ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ В ПТАШНИКАХ**

***Троханяк В.І., к.т.н., ст. викладач***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Підвищення продуктивності птахофабрик пов’язане з необхідністю створення оптимального мікроклімату в приміщеннях пташників. При цьому важливою задачею стає пошук нових підходів і принципів для вирішення проблеми охолодження та нагрівання припливного повітря птахівничих приміщень у літній і зимовий період. Ця проблема є особливо важливою у зв’язку зі зниженням продуктивності роботи птахоферм, що зумовлено недосконалістю існуючих систем мікроклімату в літній період за наявності високої температури та вологості зовнішнього повітря. У працях [1, 2], на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень, запропоновано та розроблено нову електротехнічну систему підтримання мікроклімату в пташнику, яка базується на використанні води підземних свердловин із застосуванням теплообмінних апаратів (ТА) для охолодження та нагрівання припливного повітря в літній і зимовий періоди року.

Розглянемо кожухотрубний теплообмінник із кожухом прямокутного перерізу при поперечному обтіканні пучків труб. Геометрія розташування труб з діаметром  $d=10 \text{ мм}$  є своєрідною, що відрізняється від традиційних шахових, коридорних та компактних пучків [3, 4]. Сусідні труби в таких тісних пучках зміщені одна відносно другої на відстань 1 мм. Причому розглянуто три типи конструкції пучка, в яких є зміщення труб у поперечному напрямку по всій довжині трубного пучка на 10 мм, 12 мм і 15 мм.

Так як застосоване зміщення цілого ряду на різну відстань, кількість рядів трубок змінюється. Кількість трубок в одному ряду, діаметром 10 мм, міститься 102 шт, що складаються із 2 колекторів. Висота труб 1 м.

Проведено чисельне моделювання гідродинамічних процесів та процесів переносу теплоти в каналах із компактним розміщенням пучків труб. Для цього використано метод CFD моделювання і застосовано програмний комплекс ANSYS Fluent. В основі математичної моделі лежать рівняння Нав'є-Стокса, рівняння збереження енергії для конвективних течій та рівняння нерозривності. У розрахунках застосовано стандартну k-ε модель турбулентності.

Усі розрахунки виконано при масовій витраті повітря 86392 м<sup>3</sup>/год. Як теплоносії вибрано повітря з температурою +40 °С на вході, яке протікає в каналах для охолодження зовнішнього нагрітого повітря у пташнику в літній період року, де як охолоджувач використовується вода підземних свердловин. В сою чергу холодна вода, що рухається всередині труб, яка має температуру на вході +10 °С. Схема руху теплоносіїв має перехресний характер.

На рис. 1 наведено розподіл температурного поля в каналах теплообмінників. Як видно з рисунка температура теплоносія падає при наближенні до виходу з теплообмінника. Якщо на вході в теплообмінник вона становила +40 °С, то на виході її усереднене значення для трьох типів ТА коливається від +296 до +300 °К.

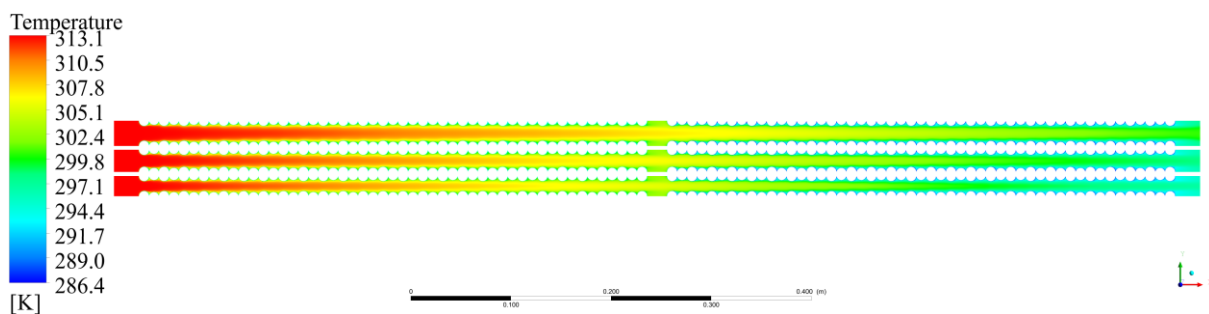


Рис. 1. Температурне поле теплоносія для різних типів конструкцій ТА

Запропоновано та розроблено нову конструкцію кожухотрубного теплообмінного апарата з компактним розташуванням труб у трубних пучках. Проведено комп'ютерне математичне моделювання процесів тепло- і масопереносу в пучках труб різної геометрії при компактному розміщенні труб з використанням програмного комплексу ANSYS Fluent. Отримано поля швидкостей, температур, тисків у досліджуваних каналах. Проаналізовано умови гідродинамічної течії в каналах та проведено оцінки інтенсивності теплопереносу між гарячим та холодним теплоносієм через стінку, що їх розділяє. Визначено наєфективніші поверхні теплообміну та показано

перспективність застосування пропонованих конструкцій пучків труб при конструюванні теплообмінників різного призначення.

### Література

1. Горобец В. Г., Троханяк В. И. Компьютерное математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса при вентиляции воздуха в птицеводческих помещениях // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства. 2015. № 4 (20). С. 85–90.

2. Горобець В. Г. Троханяк В. І., Богдан Ю. О. Експериментальне дослідження охолодження припливного повітря у птахівничих приміщеннях // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2015. Вип. 224. С. 204–208.

3. Троханяк В. І. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при чисельному моделюванні трубного пучка // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2015. Вип. 15, Т. 2. С. 332–337.

4. В. Г. Горобець, Ю. О. Богдан, В. І. Троханяк. Теплообмінне обладнання для когенераційних установок – К.: «ЦП «Компринт», 2017. – 203 с.